

12

# **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 84401194.0

61 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 01 N 3/02**

22 Date de dépôt: 12.06.84

30 Priorité: 16.06.83 FR 8309951

43 Date de publication de la demande:  
23.01.85 Bulletin 85/4

64 Etats contractants désignés:  
AT CH DE GB IT LI SE

71 Demandeur: **REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT**  
Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola  
F-92109 Boulogne-Billancourt(FR)

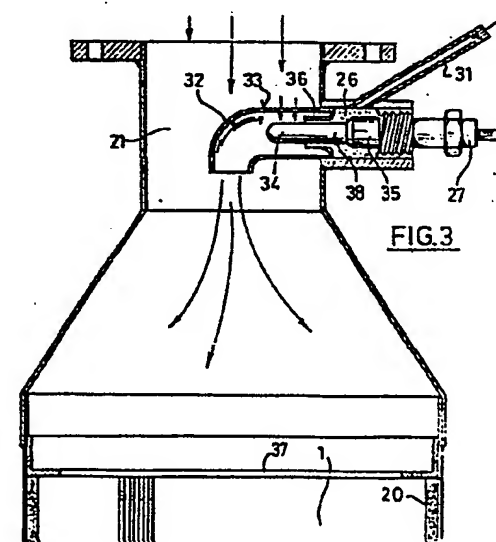
72 Inventeur: **Revenot, Gérard**  
5, rue Rebeval  
F-75019 Paris(FR)

74 Mandataire: **Réal, Jacques et al,**  
Régie Nationale des Usines Renault SCE 0804  
F-92109 Boulogne Billancourt Cedex(FR)

64 Régénération des filtres à particules notamment pour moteurs Diesel.

67 Procédé de régénération de filtres à particules, notamment pour moteurs Diesel. On injecte périodiquement en amont du filtre colmaté un liquide organique tel que  $C_x H_y O_z$ , du type éthanol ou méthanol possédant une température de vaporisation basse, le cas échéant additionné d'eau, ledit liquide organique, après avoir été préchauffé et craqué de façon à donner naissance à un mélange très inflammable essentiellement constitué d'hydrogène et d'oxyde de carbone, est introduit sur le trajet des gaz d'échappement incidents.

Application aux moteurs Diesel.



REGENERATION DES FILTRES A PARTICULES NOTAMMENT POUR MOTEURS DIESEL

La présente invention se rapporte à la régénération des filtres à particules solides pour moteurs Diesel, progressivement imposés  
5 par les législations nationales contre la pollution atmosphérique et destinés à réduire sensiblement les émissions de fumées de ces moteurs.

De tels filtres peuvent résulter de céramique cellulaire telle  
10 que de la cordiérite extrudée sous forme de monolithe en nid d'abeilles, imprégnés ou non d'un catalyseur, dont une alvéole sur deux est obturée à l'une de ses extrémités ; lesdites extrémités obturées alternent d'une alvéole à l'autre alvéole contigüe, de façon que le gaz à filtrer ne puisse pas s'écouler directement  
15 au-travers d'une alvéole donnée, mais soit au contraire forcé d'en traverser la paroi.

On connaît aussi d'autres types de filtres, utilisant des fibres  
20 métalliques, recouvertes ou non d'alumine, ou encore comportant des billes, etc.

Il résulte de la première des dispositions précédentes que les particules solides en suspension dans le gaz arrivant sur le filtre sont piégées dans les alvéoles qui, finalement, s'encrassent,  
25 entraînant une perte de charge croissante du filtre et ainsi une perte de puissance significative du moteur.

Il est donc nécessaire de régénérer périodiquement le filtre par combustion desdites particules piégées, essentiellement constituées de carbone, sous forme d'un apport d'énergie thermique suffisant destiné à amorcer leur combustion. Toutefois, cet apport doit pouvoir être contrôlé, car, dans le cas contraire, la combustion des particules solides peut conduire à une élévation trop  
30 rapide de la température de la céramique et détériorer sa structure par fusion locale.  
35

Précisons que la combustion de ces particules commence à se produire aux environs de 550 °C dans le cas d'un filtre non imprégné de catalyseur et de l'ordre de 450 °C dans le cas contraire.

5 On connaît déjà des dispositifs de régénération de tels filtres.

Dans le cas de filtres catalytiques, l'injection à un moment donné d'un certain volume de gazol dans l'un des cylindres du moteur provoque le craquage partiel de ce carburant en hydrocarbures gazeux qui, avec l'excès d'oxygène présent dans les gaz de combustion, viennent brûler sur les surfaces catalytiques en produisant la quantité de chaleur nécessaire à l'amorçage de la combustion des particules piégées.

15 Pour les filtres non catalytiques, d'autres dispositifs existent comme des brûleurs à gazol dont l'arrivée d'air extérieur de combustion s'effectue sous l'action d'une pompe complémentaire disposée à proximité du pot.

20 Dans les différents cas cités, les inconvénients sont multiples : perturbations momentanées et gênantes du fonctionnement du moteur, risque de formation de particules de carbone issues d'un craquage incomplet, ou du non-allumage du brûleur à fuel, nécessité de disposer d'une pompe à air, etc.

25 L'objet de la présente invention pallie les inconvénients ci-dessus ; l'oxydation des particules de carbone piégées se produit à l'aide d'un dispositif simplifié, ne faisant normalement pas appel à une pompe d'injection d'air, compact et intégré à l'intérieur du pot comportant le filtre en céramique.

30 De plus, l'apport d'énergie est déterminé par l'injection d'un liquide organique tel que le méthanol, se vaporisant à basse température (voisine de 70 °C), ne libérant aucun sous-produit gênant lors de son craquage ; ceci donne naissance à un gaz combustible très riche comportant une grande quantité d'hydrogène facile à enflammer.

L'invention sera maintenant décrite à titre d'exemple non limitatif au regard des figures 1 à 8 ci-jointes, qui se rapportent respectivement :

- 5 - la figure 1, à une coupe longitudinale d'un filtre en céramique utilisé et antérieurement connu ;
- la figure 2, à un schéma de principe du dispositif de régénération du filtre, selon l'invention ;

10

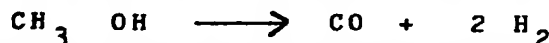
- les figures 3 à 8, à un détail grossi vu en coupe, du pot contenant la céramique, selon six variantes de l'invention.

15 Le filtre 1 de la figure 1 est soumis par sa partie gauche au flux incident de gaz d'échappement du moteur Diesel. On voit que de ce côté, seule une alvéole sur deux est d'accès libre, l'autre comportant une obturation 2. La face droite de ce filtre possède également des obturations 3 correspondant aux extrémités opposées des alvéoles d'accès libre du côté gauche du filtre. Les flèches  
20 montrent de façon évidente le trajet des gaz à travers les parois 5 des alvéoles et permet de bien saisir le phénomène d'encrassage du filtre résultant de l'accumulation des particules 4 de carbone sur les parois poreuses des alvéoles.

25 Ce filtre 1 se retrouve à la figure 2, inclus dans la partie cylindrique d'un pot 20 traversé par les gaz d'échappement arrivant par sa partie supérieure 21 et en sortant, épuré, à sa partie inférieure 22.

30 Conformément à l'invention, un liquide organique du type méthanol provenant d'un réservoir 23 est dosé, et périodiquement injecté, dans la zone supérieure 24 du pot, le débit de cette injection étant le cas échéant modulé dans le temps, après avoir éventuellement été préchauffé et vaporisé par passage en 25 au contact du  
35 pot 20.

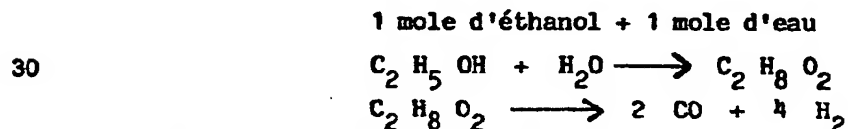
Les vapeurs ainsi obtenues sont craquées dans une préchambre 26 comportant une bougie chauffante 27 du type Diesel pouvant atteindre 800 à 1 000 °C, puis injectées en direction du filtre 1, auquel il apporte l'énergie nécessaire à sa régénération, sous  
 5 forme d'un mélange combustible d'hydrogène et d'oxyde de carbone.



Si le filtre 1 est non catalytique, le mélange précédent s'enflamme au contact de la bougie 27 et élève la température du filtre et de ses particules de carbone 4 ; ces dernières s'oxydent en CO<sub>2</sub> et traversent les parois 5.  
 10

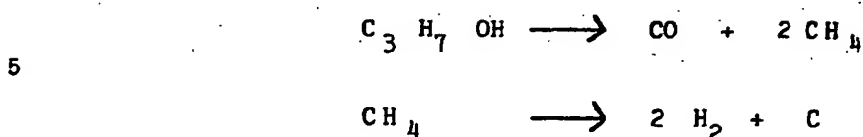
Si le filtre 1 a été imprégné d'une phase catalytique (de préférence à base de platine ou de palladium), le gaz de craquage ne brûle qu'au niveau du support catalytique 1 lui-même et  
 15 entraîne ainsi la combustion des particules de carbone. Dans ce cas, la température de début de combustion des suies est sensiblement inférieure à celle du cas précédent et se trouve de l'ordre de 450 °C.

20 D'autres liquides organiques du type C<sub>x</sub> H<sub>y</sub> O<sub>z</sub> peuvent être utilisés conformément à ce qui précède ; on choisira de préférence ceux qui ont une température de vaporisation plutôt basse, tels que l'éthanol, le cas échéant le glycol, ou encore la glycérine, ou un mélange de ceux-ci donnant un mélange gazeux stable. Cette  
 25 liste n'est pas limitative.  
 On pourra également utiliser les mélanges stables des liquides ci-dessus avec de l'eau, selon le schéma suivant :



On s'attachera à faire en sorte que le liquide organique utilisé possède un nombre égal de molécules de carbone et d'oxygène de façon à éviter la formation de carbone libre lors du craquage,  
 35 ou d'avoir une atmosphère de craquage contenant un fort pourcentage

de méthane pouvant être à l'origine d'un dépôt de carbone comme par exemple le propanol :



Le mélange de gaz recherché est très inflammable, étant essentiellement constitué d'oxyde de carbone (33 %) et d'hydrogène (66 %).

10

Le déclenchement de l'opération de régénération du filtre suit la détection du colmatage de ce dernier et peut être rendue automatique. Elle résulte de la fourniture d'un signal électrique qui provient du contact s'établissant entre deux électrodes en céramiques, isolantes à l'origine et rendues conductrices par accumulation de particules de carbone ; ou bien relève de la mesure d'une surpression dans l'enceinte du pot 20 pour une vitesse donnée de rotation du moteur ; ou encore découle du comptage d'un nombre déterminé de tours du moteur, etc.

15

20

Lorsque le seuil de régénération est atteint, un signal d'ouverture arrive à l'électrovanne 28, qui détermine le remplissage de la capacité 29 correspondant au volume de liquide organique nécessaire à la régénération du filtre. Puis on commande la fermeture de l'électrovanne 28 et l'ouverture de l'électrovanne 30, entraînant l'introduction par gravité du liquide organique via la canalisation 31, dans la préchambre 26 dans laquelle la bougie chauffante 27 est simultanément mise sous tension par tout moyen connu.

25

30

Le liquide organique, du fait des calories prises au contact de la paroi d'échappement en 25 et sous l'influence de la bougie 27, se transforme après craquage, en gaz à fort pouvoir calorifique qui, en brûlant, détermine la combustion des particules de carbone piégées dans le filtre 1 lors du fonctionnement du moteur au ralenti.

35

Le liquide organique peut également être dosé au moyen d'une petite pompe à turbine à commande électrique temporisée, puis entraîné à travers une ouverture calibrée, ou tout autre moyen équivalent.

A titre d'exemple, on a obtenu de bons résultats en injectant dans les conditions de l'invention un volume de 35 cm<sup>3</sup> de méthanol en 90 secondes, élevant la température des gaz jusqu'à environ 650 °C à l'entrée du filtre et à 350 °C à sa sortie. Une telle régénération peut se répéter avec une périodicité d'environ 300 km.

Selon la réalisation de la figure 3, on retrouve le filtre 1, situé dans la partie cylindrique du pot 20, à l'extrémité supérieure 21 duquel arrivent les gaz d'échappement.

Le liquide organique arrive par la canalisation 31 à la pré-chambre 26 contenant la bougie chauffante 27, dont l'extrémité libre débouche à l'intérieur de l'extrémité supérieure du pot 20, dans un corps de brûleur 32 recourbé vers le filtre 1 et présentant à sa face opposée des ouvertures 33 traversées par un flux de gaz d'échappement. La pression dynamique de ces derniers assure un bon mélange des gaz de craquage provenant de la pré-chambre 26 et de l'oxygène contenu dans les gaz d'échappement, au niveau de l'extrémité 34 la plus chaude de la bougie, ce qui provoque ainsi leur combustion. Le diamètre interne du brûleur 32 est de l'ordre de trois fois celui de l'extrémité 34 de la bougie qu'il entoure.

Le liquide ou sa phase vapeur rencontre une zone de vaporisation à température moyenne (500 °C), située aux alentours de la partie 35 de la bougie 27 précédant sa diminution de diamètre.

La vapeur de liquide organique traverse ensuite une zone de craquage à haute température représentée par la partie de faible diamètre 38 de la bougie portée à 1 000 °C environ et le prolongement 36 de la partie antérieure de la préchambre 26 qui l'entoure à une faible distance voisine de 1 mm, sur une longueur proche d'un tiers de celle de la partie active de la bougie.

35

Les gaz craqués arrivent alors à un point chaud constitué par l'extrémité 34 de la bougie, au niveau duquel ils se mélangent avec les gaz d'échappement et s'enflamment, constituant ainsi l'apport calorifique nécessaire à l'oxydation des particules de carbone 4 piégées dans le filtre 1. La surface de ce dernier est  
5 situé à une distance de l'ouverture du brûleur 32 voisine du diamètre du filtre.

Le brûleur devant subir des conditions de fonctionnement relativement sévères est en acier inoxydable, réfractaire ou encore en  
10 céramique.

Afin d'éviter une surchauffe du filtre 1, on pourra asservir l'arrivée du liquide organique et/ou l'alimentation de la bougie  
15 27 à un thermocouple déterminant l'arrêt du fonctionnement du dispositif pour les températures dépassant une consigne donnée, par exemple de 800 °C.

Selon les variantes de l'invention illustrées aux figures 4 et 5,  
20 on remarque que le liquide organique amené par la canalisation 31 arrive dans une enveloppe à double parois 41 et respectivement 51, déterminant la zone de vaporisation du liquide et utilisant pour ce faire les calories disponibles à la surface du pot 20.

On notera également à la figure 4 la forme particulière de l'extrémité libre 43 du brûleur 42, améliorant encore la diffusion  
25 des gaz vers la surface 37 du filtre.

Les variantes des figures 5 et 6 indiquent la possibilité qui  
30 existe selon l'invention de disposer l'ensemble de vaporisation, de craquage et de mélange des gaz provenant du liquide organique sur un élément 50-60 indépendant, rapporté sur le pot 20, ce qui permet de changer le filtre 1 en cas de besoin et d'améliorer la répartition des calories à la surface de ce dernier.

35



Selon le dispositif de la figure 7, la vaporisation du liquide organique arrivant par la canalisation 31 est effectuée au moyen d'une première bougie 70 portée à la température de 500 °C dont la pointe 71 plonge dans une première préchambre 72 dans laquelle  
5 s'accumule le liquide organique et ouverte à sa partie supérieure de manière à permettre l'évacuation des vapeurs obtenues. Ces dernières arrivent ensuite au contact de la seconde bougie 27 portée à haute température et disposée dans la seconde préchambre 26 où se produit le craquage du gaz.

10

Cette disposition permet la régénération du filtre 1 dès le démarrage du véhicule, et au ralenti, même lorsque la surface du pot 20 n'est pas encore à la température permettant la vaporisation du liquide.

15

Dans la variante de la figure 8, le filtre 81 comporte, contrairement à ceux des représentations précédentes, une phase catalytique, préférentiellement à base d'un métal du type platine ou palladium.

20

Dans ce cas, des gaz de craquage ne brûlent pas directement dans le brûleur contrairement aux exemples précédents, car ils ne sont pas en contact avec l'oxygène additionnel au niveau du point chaud 34 de la bougie 27. On notera en effet l'absence d'ouvertures à la partie supérieure de la buse 82.

25

Le mélange des gaz craqués et de l'oxygène des gaz d'échappement se fait plus loin, au niveau du filtre 81 ; c'est à cet endroit que l'oxydation se produit en induisant sur toute la surface  
30 catalytique l'augmentation de température nécessaire (450 °C environ) à l'amorce de la combustion des particules de carbone piégées.

On notera que dans cette réalisation, la buse 82 est constituée  
35 par le prolongement de la partie antérieure 36 de la préchambre

26, qui dans ce cas est plus grande que la bougie 27, et aboutit dans la partie supérieure 21 du pot 20.

Notons encore la possibilité d'introduire dans le dispositif de  
5 l'invention de l'air additionnel au moyen d'une pompe à air complémentaire, ce qui permet alors une régénération automatique, à l'arrêt du moteur et même en l'absence de conducteur.

10

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Procédé de régénération de filtres à particules, notamment pour moteurs Diesel, caractérisé par le fait que l'on injecte  
5 périodiquement en amont du filtre colmaté un liquide organique tel que  $C_x H_y O_z$ , du type éthanol ou méthanol possédant une température de vaporisation basse, le cas échéant additionné d'eau, ledit liquide organique, après avoir été préchauffé et craqué de façon à donner naissance à un mélange très inflam-  
10 mable essentiellement constitué d'hydrogène et d'oxyde de carbone, est introduit sur le trajet des gaz d'échappement incidents.
2. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de la revendica-  
15 tion 1, caractérisé en ce que le liquide organique est introduit par la canalisation (31) dans une préchambre (26) de vaporisation au contact d'une bougie (27) au niveau d'une zone (35) de cette dernière de température moyenne d'environ 500 °C, puis traverse une zone de craquage à haute température (800 à 1000 °C)  
20 représentée par la partie (38) de faible diamètre de la bougie (27) et, après avoir franchi l'étranglement (36) de l'extrémité antérieure de la préchambre (26) qui l'entoure à faible distance, atteint un point chaud (34) constitué par l'extrémité de la bougie et qui débouche à l'intérieur de la partie supérieure (21)  
25 du pot (20) dans un corps de brûleur (32) recourbé vers le filtre (1) et possédant à sa face opposée des ouvertures (33) traversées par un flux de gaz d'échappement oxygénés, qui se mélange avec les gaz de craquage provenant de la préchambre (26), l'ensemble s'enflammant au niveau du point chaud (34) et constituant  
30 ainsi l'apport calorifique nécessaire à l'oxydation des particules (4) piégées dans le filtre (1).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le  
35 liquide organique arrivant par la canalisation (31) est préchauffé avant son arrivée dans la préchambre de vaporisation (26)

par passage dans une enveloppe à double parois (41-51), récupérant ainsi des calories disponibles à la surface du pot (20).

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
5 l'extrémité du brûleur (32), dirigée vers la surface du filtre (1), est évasée (43).

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
10 l'ensemble de vaporisation, de craquage et de mélange des gaz, provenant du liquide organique, est disposé sur un élément indépendant (50-60) rapporté sur le pot (20).

6. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la  
15 vaporisation du liquide organique est effectuée en amont de la préchambre (26), au moyen d'une première bougie (70) dont la pointe (71) est logée dans une première préchambre (72) où s'accumule le liquide organique et qui est ouverte à sa partie supérieure de manière à permettre l'évacuation des vapeurs obtenues.

20 7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de la revendication 1, caractérisé en ce que le filtre (1) comporte une phase catalytique, préférentiellement à base d'un métal du type platine ou palladium, et que la partie antérieure de la préchambre (26)  
25 se prolonge au-delà de l'extrémité libre (34) de la bougie (27) jusque dans la partie supérieure (21) du pot (20) et se recourbe en direction du filtre (1), constituant ainsi une buse (82) d'injection des seuls gaz provenant du liquide organique, et ne comportant pas d'ouverture permettant aux gaz d'échappement de se  
30 mélanger avec les gaz précédents, ce qui empêche ainsi leur inflammation avant leur entrée en contact avec la surface catalytique du filtre (1) sur laquelle sont piégées les particules de carbone (4) à oxyder.

8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de la revendication 1, caractérisé en ce que l'on prévoit une arrivée d'air forcé  
35 additionnel au moyen d'une pompe dont l'activation de préférence automatique peut se déclencher à l'arrêt du moteur.

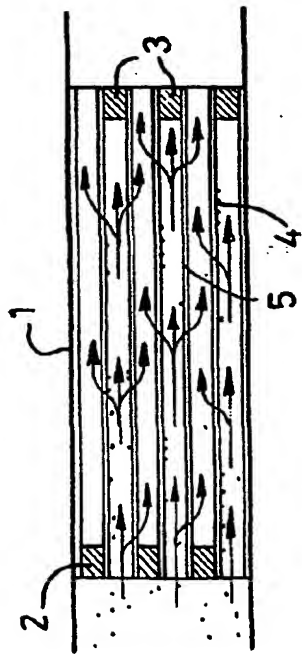
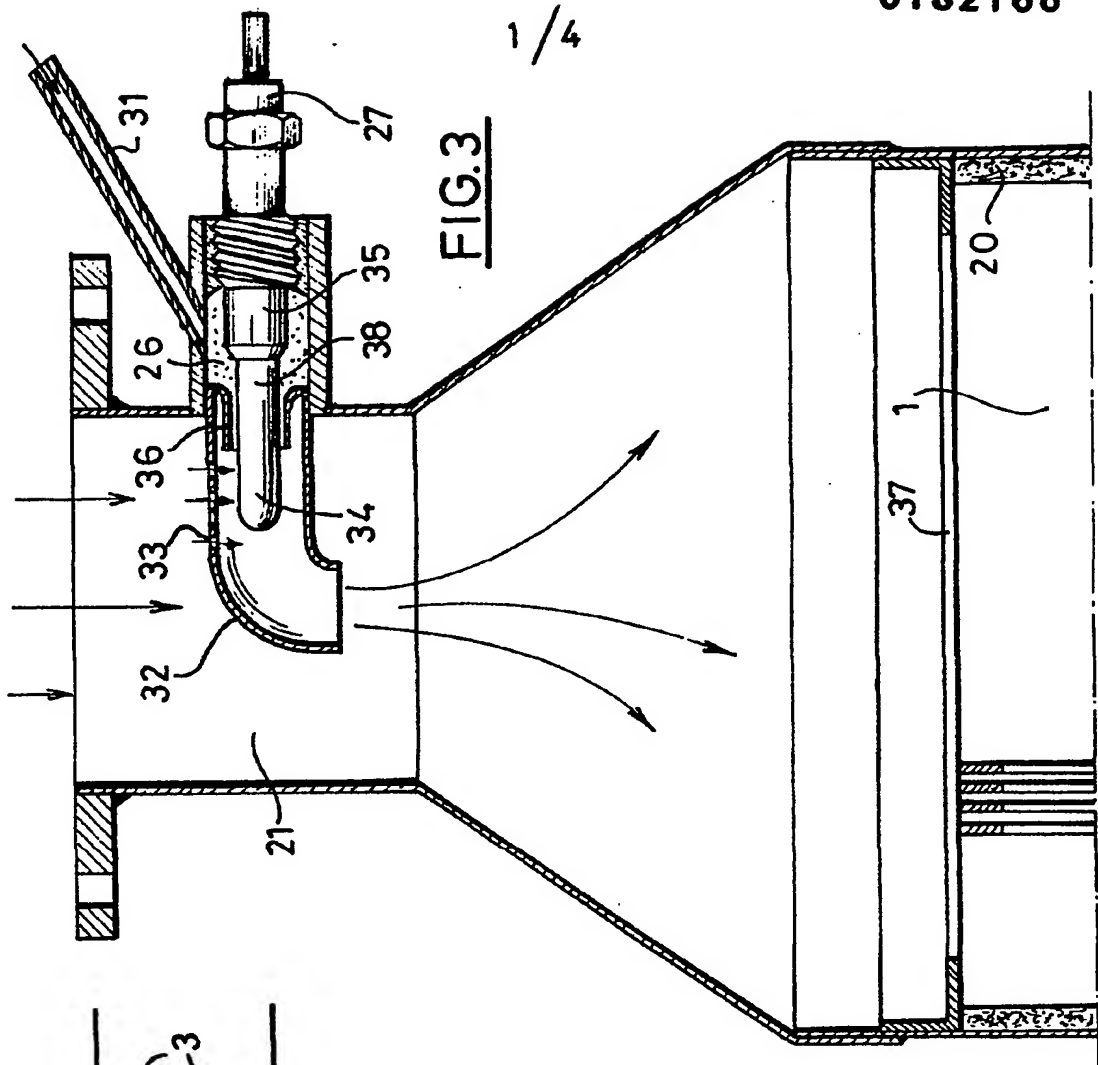
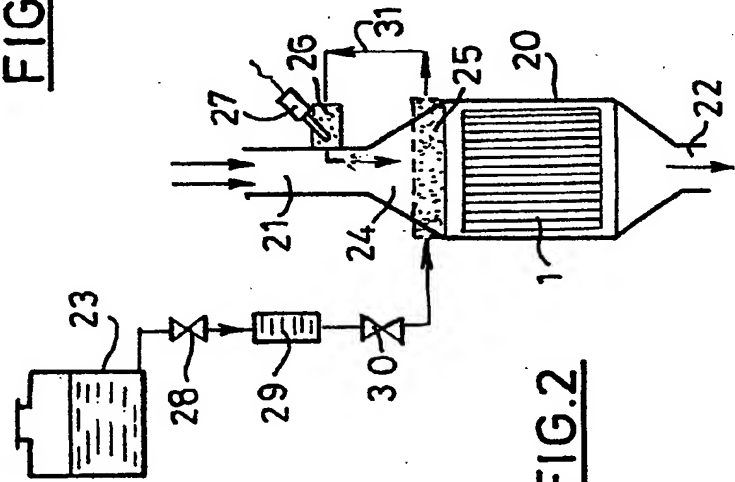
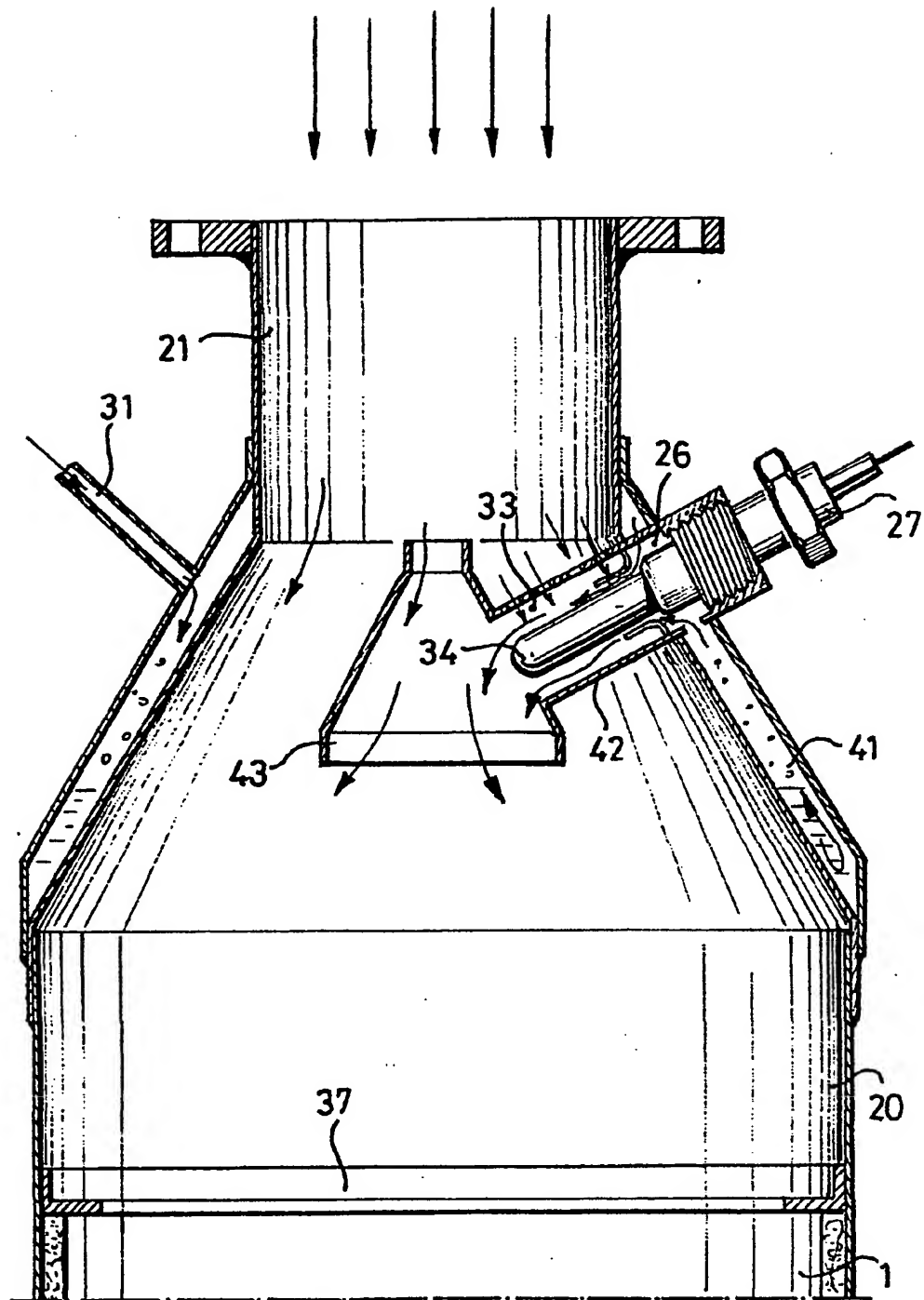


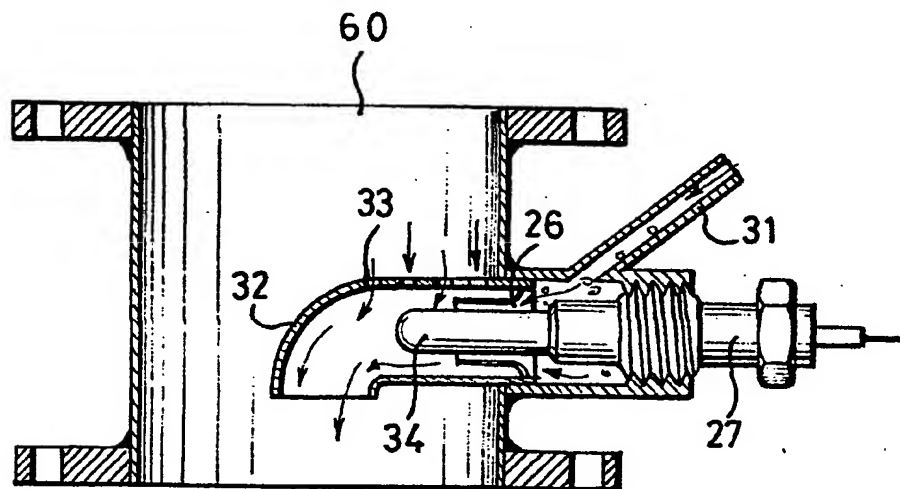
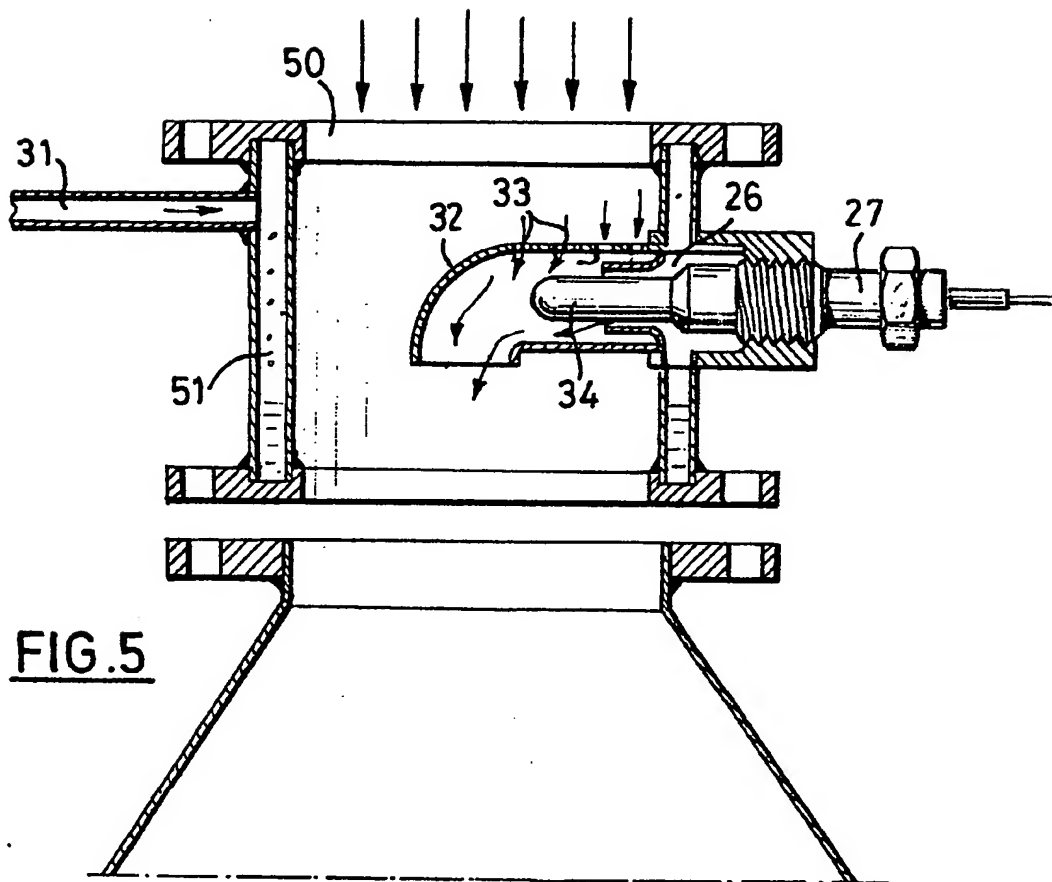
FIG. 1



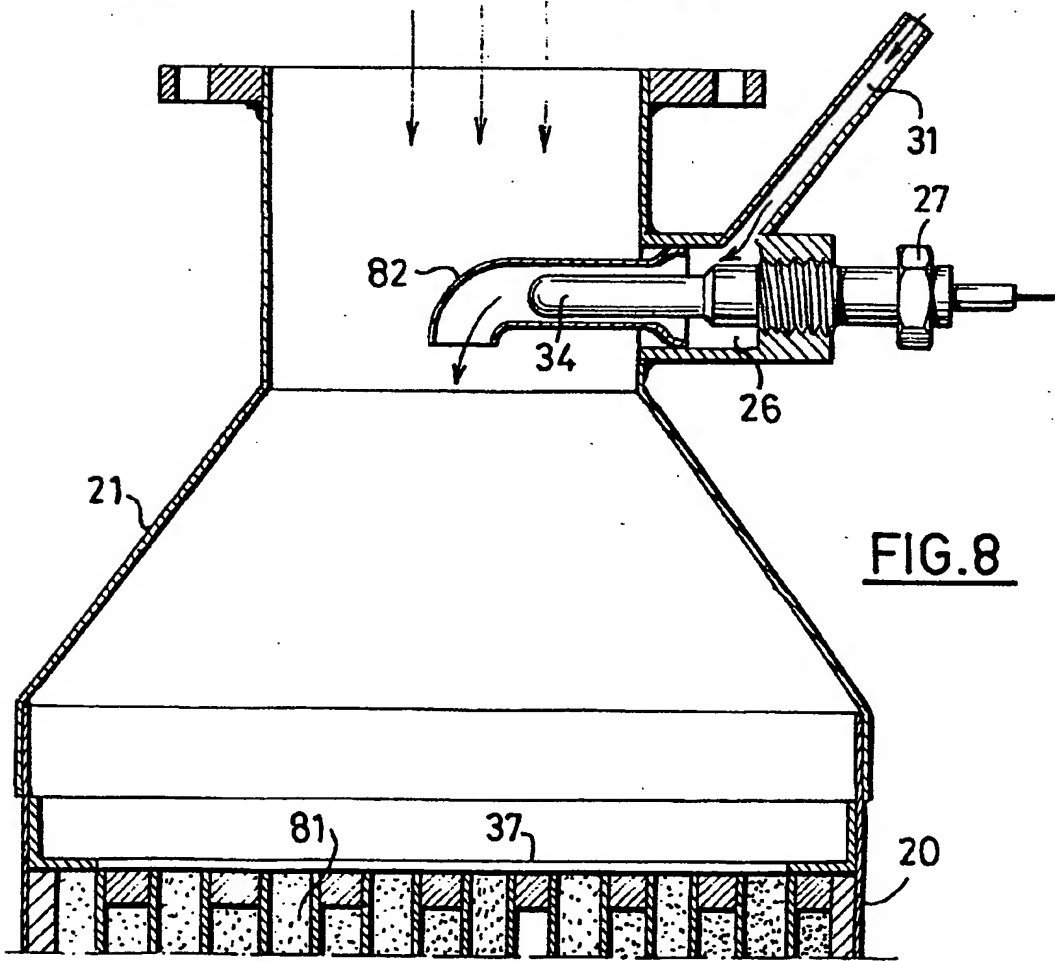
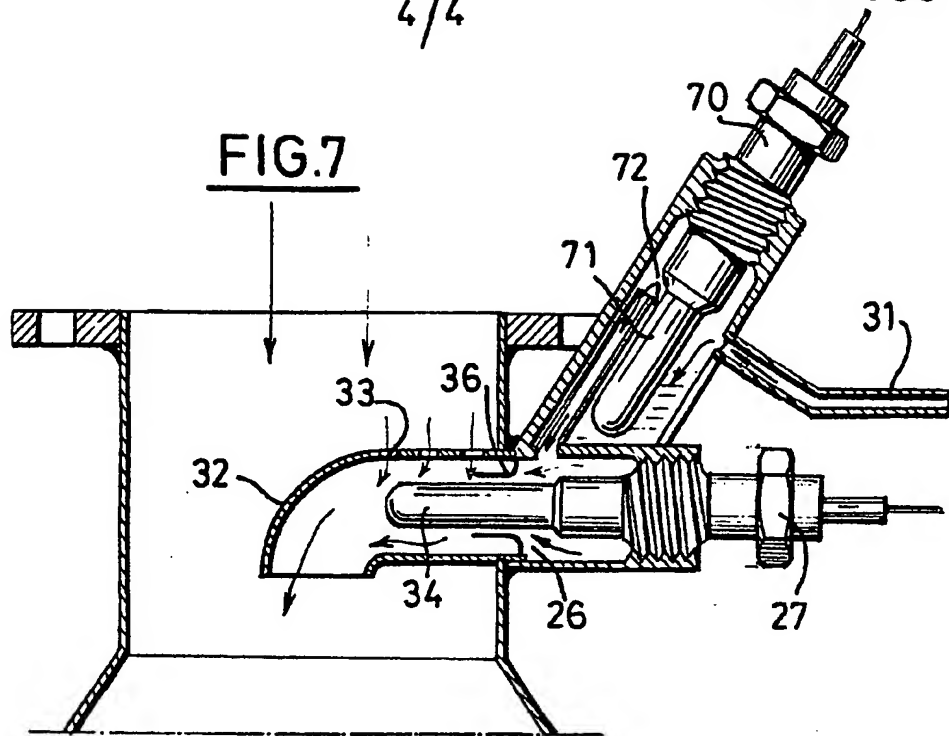
2/4

FIG. 4

3/4



**FIG.7**



**FIG.8**





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0132166

Numéro de la demande

EP 84 40 1194

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin des parties pertinentes | Revendication concernée   | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)       |
| A   | US-A-4 359 862 (K.S. VIRK)   |   | F 01 N 3/02                                 |
| A   | US-A-4 322 387 (K.S. VIRK)   |   |   |
| A   | FR-A-2 384 945 (TEXACO)  |   |   |
| A   | US-A-3 911 675 (J.R. MONDT)  |   |   |
|   |  |   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) |
|   |  |   | F 01 N 3/00<br>B 60 K 13/00                 |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications   |  |   |   |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE   |  | Date d'achèvement de la recherche<br>20-09-1984   | Examineur<br>BOGAERTS M.L.M.                |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>  |  |   |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |